



# DOKUMENTACJA TECHNICZNA

potwierdzająca spełnienie warunków ochrony radiologicznej

SALA ZABIEGOWA ANGIOGRAFU – POMIESZCZENIE NR A.5.42A

---

Inwestor:

SPECJALISTYCZNY SZPITAL WOJEWÓDZKI W CIECHANOWIE,  
SAMODZIELNY PUBLICZNY ZAKŁAD OPIEKI ZDROWOTNEJ  
UL. POWSTAŃCÓW WIELKOPOLSKICH 2  
06-400 CIECHANÓW

---

Opracowali:

mgr Kamil Kamiński

Inspektor Ochrony Radiologicznej IOR-3 nr IOR/131/2015, IOR-R nr 243R/2019



## SPIS TREŚCI

1.	CEL PROJEKTU	1
2.	DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU	1
3.	PARAMETRY POMIESZCZENIA	1
4.	METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH	1
5.	KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH	2
6.	PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG	3
7.	ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE	3
8.	WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH	7
9.	ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU	9
10.	WNIOSKI I ZALECENIA	9
11.	ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI	10
12.	ZNAKI I OŚWIETLENIE OSTRZEGAWCZE	10







## 1 CEL PROJEKTU

---

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla Sali Zabiegowej Angiografu nr A.5.42A, w której stosowany będzie aparat typu Angioraf.

## 2 DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU

---

- a) Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2019 r. poz. 1792).
- b) Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2017 r. poz. 884).
- c) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. z 2006 r. nr 180 poz. 1325).
- d) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2005 r. nr 20 poz. 168).
- e) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz. U. z 2015 r. poz. 1355).
- f) Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
- g) Projekt budowlany.

## 3 PARAMETRY POMIESZCZENIA

---

Zgodnie z § 5. 1. rozp. Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325) powierzchnia pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 49,05 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,0 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

## 4 METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

---

Obliczenia wymaganej grubości osłon stałych wykonano na podstawie Polskiej Normy PN-86/J-80001 (wydanie 3 z 1992 r.) „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3. 1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

**5 KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH**

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	ściana zewnętrzna – na osłonę składają się dwie części: - ściana z bloczka typu SILKA o grubości 15 cm (grubość materiału pochłaniającego po uwzględnieniu drażeń wynosi min. 120 mm, gęstość 1,6 g/cm <sup>3</sup> ) – równoważnik ołowiu 1,0 mm - ściana osłonowa warstwowa prefabrykowana żelbetowa o warstwach: 8 cm żelbet, 6 cm styropian, 6 cm żelbet – równoważnik ołowiu 2,1 mm.	1,0 mm / 2,1 mm
2-3	ściana zewnętrzna - ściana osłonowa warstwowa prefabrykowana żelbetowa o warstwach: 8 cm żelbet, 6 cm styropian, 6 cm żelbet.	2,1 mm
3-4	ściana działowa - ściana wewnętrzna systemowa kartonowa gipsowa z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2,0 mm
4-5	ściana działowa – na osłonę składają się trzy części: - ściana wewnętrzna systemowa kartonowa gipsowa z blachą ołowianą o grubości 2 mm - ściany szachtu wykonano z cegły dziurawki o grubości 12 cm plus 16,5 cm, płyta g-k z blachą ołowianą 0,5 mm grubości - ściana wewnętrzna systemowa kartonowa gipsowa z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2,0 mm
5-6	ściana działowa - ściana wewnętrzna systemowa kartonowa gipsowa z blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	1,5 mm
6-1	ściana działowa - ściana wewnętrzna systemowa kartonowa gipsowa z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2,0 mm
SD	strop dolny - strop ceramiczno-betonowy typu Ackerman - grubość masy betonowej wynosi min. 3,0 cm - szlichta cementowa o grubości min. 5,0 cm	1,2 mm
SG	strop górny - strop ceramiczno-betonowy typu Ackerman - grubość masy betonowej wynosi min. 3,0 cm - szlichta cementowa o grubości min. 5,0 cm	1,2 mm



**6 PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG**

Typ		Angiograf rtg do radiologii zabiegowej	
parametr	jednostka	wartość	
Zakres napięcia anodowego		kV	50 - 125
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	130	
szerokość impulsu	ms	do 10 przy 30 fps lub do 20 przy 15 fps	
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	7,5 / 15 / 30	
Lampa			
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,3 / 0,6 / 1,0	
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV		mGy/h	< 0,40
Typ anody		wirująca	
Ramię C			
SID	cm	115	
Detektor obrazowy			
typ	płaski detektor cyfrowy		
rozmiar	cm	31 x 31	

**7 ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE****7.1 ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ**

- Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniana w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stale oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry pracy lampy:  $U = 100 \text{ kV}$ ,  $I = 100 \text{ mA}$ .
- Odczytów z nomogramów zamieszczonych w Polskiej Normie PN-g86/J-80001 (wydanie 3 z 1992 r.) „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.” dokonano dla napięcia 100 kV.
- Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia 100 kV.

- e) Przy obliczaniu czasu pracy źródła uwzględniono czas trwania impulsu i maksymalną liczbę pulsów w czasie jednej sekundy w trakcie realizacji procedur.
- f) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- g) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- h) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla przyjętego napięcia oraz obliczonej zredukowanej mocy dawki promieniowania X rozproszonego przez beton lub cegłę C2 dokonując odpowiedniego przeliczenia dla stali zgodnie z tabelą 11.
- i) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- j) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu istniejących osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2 STOSOWANE WZORY

---

Czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym:

$$t = T \cdot U \cdot t_0$$

$T$  – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

$U$  – współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony,

$t_0$  – tygodniowy czas emisji promieniowania, wyrażony w h

Zredukowana moc dawki  $C_1$  promieniowania rozproszonego dla obliczeń wymaganych osłon chroniących przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę miękką:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} ;$$

gdzie:

$D$  – dopuszczalna dawka tygodniowa wyrażona w  $\mu\text{Gy}$ ,

$l$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy wyrażona w m,

$I$  – natężenie prądu lampy wyrażona w mA,

$t$  – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym.

Zredukowana moc dawki  $C_2$  promieniowania rozproszonego dla obliczeń wymaganych osłon chroniących przed promieniowaniem rozproszonym przez elementy detektora obrazowego:

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} ;$$

gdzie:

$D$  – dopuszczalna dawka tygodniowa wyrażona w  $\mu\text{Gy}$ ,

$l$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy wyrażona w m,

$I$  – natężenie prądu lampy wyrażona w mA,

$f$  – odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej wyrażona w m,

$s$  – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie wyrażona w  $\text{m}^2$ ,

$t$  – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym.

### 7.3 PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

Parametr	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
napięcie maksymalne	$U_{\text{nom}}$	100	kV
prąd maksymalny	$I_{\text{nom}}$	100	mA
czas procedury	$t_p$	30	min
		1800	s
długość impulsu	$t_{\text{imp}}$	20	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	15	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	540	s
liczba procedur tygodniowo	-	30	-
czas pracy źródła	$t_o$	270	min
		4,5	h
wymiary panelu cyfrowego		0,3 x 0,3	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	0,096	$\text{m}^2$
SID	f	1,15	m

#### 7.4 WSPÓŁCZYNNIKI PRAWDOPODOBIENSTWA PRZEBYWANIA LUDZI – T ORAZ DOPUSZCZALNE DAWKI TYGODNIOWE ZA OSŁONAMI - D

Oslona	opis pomieszczenia za osłoną	nr na rysunku	T	D [ $\mu$ Gy]
1-2	Teren zewnętrzny	-	1,00	8,7
2-3	Teren zewnętrzny	-	1,00	8,7
3-4	Pom. Przygotowania lek.	A.5.42	0,25	8,7
4-5	Komunikacja - strefa czysta Komunikacja - strefa brudna	A.5.41 A.5.34	0,25	8,7
5-6	Pom. Przygotowania pacjenta	A.5.43A	0,25	8,7
6-1	Sterownia	A.5.43C	1,00	52,2
SD	Strop dolny	-	1,00	8,7
SG	Strop górny	-	1,00	8,7

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

#### 7.5 CZAS NARAŻENIA

Oslona	$t_0$		T	U	t	
	min	h			min	h
1-2	270	4,5	1,00	1	270,0	4,5
2-3	270	4,5	1,00	1	270,0	4,5
3-4	270	4,5	0,25	1	67,5	1,1
4-5	270	4,5	0,25	1	67,5	1,1
5-6	270	4,5	0,25	1	67,5	1,1
6-1	270	4,5	1,00	1	270,0	4,5
SD	270	4,5	1,00	1	270,0	4,5
SG	270	4,5	1,00	1	270,0	4,5

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

## 8 WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

Z uwagi na położenie pracowni na pierwszym piętrze budynku oraz znaczną odległość do budynków sąsiadujących nie ma konieczności szacowania osłon dla zewnętrznych przegród budowlanych. W związku z powyższym pominięto obliczenia dla osłon o oznaczeniu 1-2 oraz 2-3.

### 8.1 GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

Osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca narażenia	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
3-4	3,2	0,8	1,70
4-5	3,8	1,1	1,60
5-6	5,7	2,5	1,20
6-1	5,7	3,8	1,00
SD	1,6	0,05	2,00
SG	2,3	0,1	2,00
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV			

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 8.2 GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

Osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca narażenia	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
3-4	3,2	10,9	1,30	0,85
4-5	3,8	15,4	1,25	0,81
5-6	5,7	34,6	1,00	0,65
6-1	5,7	51,9	0,80	0,52
SD	1,6	0,7	2,25	1,46
SG	2,3	1,4	2,00	1,30
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV				

### 8.3 GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego  $\dot{D}_u = 0,8 \text{ mGy/h} = 800 \text{ }\mu\text{Gy/h}$

Oslona	$\dot{D}_u$ $\mu\text{Gy/h}$	$t$ $h$	$D_u$ $\mu\text{Gy}$	$D_{ul}$ $\mu\text{Gy}$	$r$ $mm \text{ Pb}$	$k$ -	$D_{uo}$ $\mu\text{Gy}$	$D_d$ $\mu\text{Gy}$	$D_{uo}/D_d$ %
3-4	400,0	1,1	450,0	43,9	1,70	3000	0,01	8,7	0,2%
4-5	400,0	1,1	450,0	31,2	1,60	2500	0,01	8,7	0,1%
5-6	400,0	1,1	450,0	13,9	1,20	700	0,02	8,7	0,2%
6-1	400,0	4,5	1800,0	55,4	1,00	350	0,16	52,2	0,3%
SD	400,0	4,5	1800,0	703,1	2,00	7000	0,10	8,7	1,2%
SG	400,0	4,5	1800,0	340,3	2,00	7000	0,05	8,7	0,6%

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

$t$  - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości  $l$

$r$  - równoważnik ołowiu osłony

$k$  - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

Z obliczeń wynika, że dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona za osłonami przed promieniowaniem rozproszonym, jest mniejsza niż 10 % dawki tygodniowej.

Zgodnie z punktem 2.5.4. normy PN-86/J-80001 3 grubość osłon pozostaje bez zmiany.

**9 ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU**

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
3-4	1,70	0,85	1,70
4-5	1,60	0,81	1,60
5-6	1,20	0,65	1,20
6-1	1,00	0,52	1,00
SD	2,00	1,46	2,00
SG	2,00	1,30	2,00

Przyjęta wymagana wartość grubości osłony w mm Pb jest największą obliczoną wartością dla danej osłony stałej uwzględniającą promieniowanie działające na daną osłonę - rozproszone od tkanki oraz od panelu. Jeżeli z nomogramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 wynika, że grubość osłony jest < 0,1 mm Pb, to zgodnie z zasadą ostrożności, przyjęto jako wymaganą grubość osłony wartość = 0,1 mm Pb.

**10 WNIOSKI I ZALECENIA**

osłona	równoważnik ołowiu przegrody budowlanej	wymagana grubość osłony	minimalna grubość dodatkowej osłony
	mm Pb		
3-4	2,0	1,70	0,0
4-5	2,0	1,50	0,0
5-6	1,5	1,20	0,0
6-1	2,0	1,00	0,0
SD	1,2	2,00	0,8
SG	1,2	2,00	0,8
Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV			

**UWAGA!**

Strop **SD** oraz **SG** wymagają uzupełnienia materiałem o równoważniku 0,8 mm Pb – proponuje się zastosowanie blachy ołowiowej o grubości 1,0 mm.

Pozostałe zaproponowane osłony z blachą ołowianą, tj. **3-4**, **4-5**, **5-6** oraz **6-1**, spełniają stawiane warunki osłonności przed promieniowaniem jonizującym, nie wymagają one zastosowania dodatkowego zabezpieczenia w rozumieniu ochrony radiologicznej.

## 11 ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

---

**D1, D2, D3** – drzwi systemowe z warstwą blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm.

**O1** – okno osłonne o równoważniku ołowiu 2,0 mm.

Drzwi **D1, D2, D3** oraz okno wglądowe **O1** spełniają stawiane warunki osłonności przed promieniowaniem jonizującym, nie wymagają one zastosowania dodatkowego zabezpieczenia w rozumieniu ochrony radiologicznej.

## 12 ZNAKI I OŚWIETLENIE OSTRZEGAWCZE

---

Na drzwiach wejściowych należy umieścić znak ostrzegawczy przed promieniowaniem jonizującym zgodny ze wzorem załącznika nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi [Dz. U. z 2006 r. Nr 180, poz. 1325].

